

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 858 149 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.08.1998 Patentblatt 1998/33

(51) Int. Cl.⁶: H02K 21/12, H02K 7/14

(21) Anmeldenummer: 97122604.8

(22) Anmeldetag: 20.12.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 06.02.1997 DE 19704392

(71) Anmelder:

Volth Turbo GmbH & Co. KG
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:

- Mühlberger, Uwe
89522 Heidenheim (DE)
- Lange, Andreas
89551 Zang (DE)
- Müller, Robert, Dr.
89407 Dillingen (DE)

(74) Vertreter: Dr. Weitzel & Partner

Friedenstrasse 10
89522 Heidenheim (DE)

(54) **Verwendung einer Transversalflussmaschine zum Einsatz in einem Einzelradantrieb für Fahrzeuge und Einzelradantrieb für Fahrzeuge**

(57) Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Transversalflußmaschine mit den folgenden Merkmalen in einem Einzelradantrieb:

mit einem Außenstator, umfassend eine Mehrzahl von äußeren Stator-Weicheisenelementen, die im wesentlichen mit gleichmäßiger Teilung zueinander angeordnet sind;

mit einem Innenstator, umfassend eine Mehrzahl von inneren Stator-Weicheisenelementen; der Innenstator umfaßt wenigstens eine Ankerwicklung;

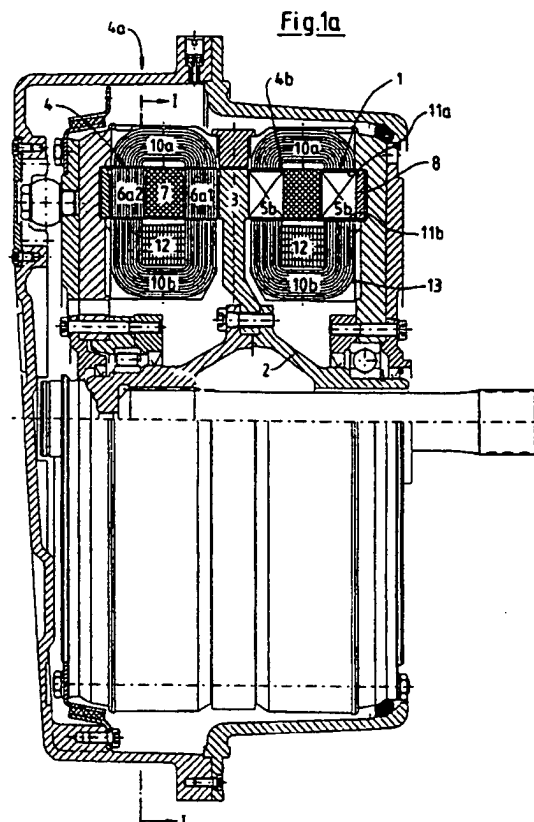
mit einem Rotor, der - in einem achsenkrechten Schnitt gesehen - aus miteinander abwechselnden Magneten und Weicheisenelementen aufgebaut ist;

der Außenstator ist frei von Ankerwicklungen;

die äußeren Statorweicheisenelemente sind derart angeordnet, daß am Außenstator wenigstens ein Bereich (Lücke) mit einem größeren als durch die Teilung bedingten Zwischenraum zwischen zwei einander benachbarten Statorweicheisenelementen vorgesehen ist;

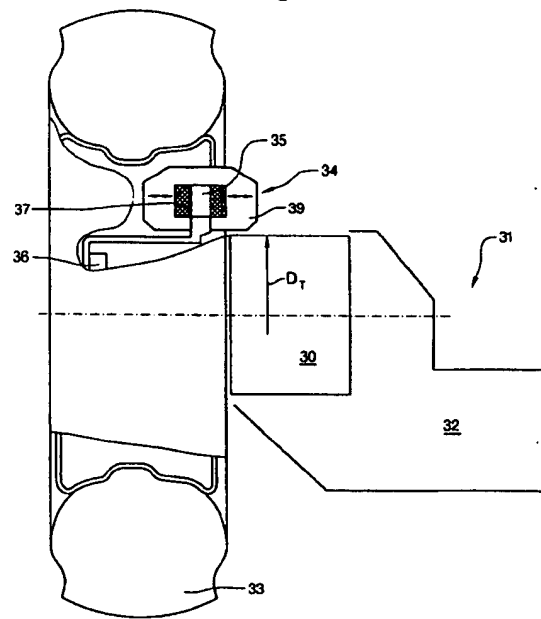
dem Bereich sind wenigstens mittelbar Mittel zur Kompensation magnetischer Endeffekte zugeordnet;

wobei die am Außenstator vorgesehenen Bereiche mit dem größeren als durch die Teilung bedingten Zwischenraum zwischen einander benachbarten Statorweicheisenelementen als zur Verfügung stehender Bauraum für Teile von dem Rad zugeordneten weiteren Komponenten genutzt werden.



EP 0 858 149 A1

Fig.1b



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Verwendung einer Transversalflußmaschine zum Einsatz in einem Einzelradantrieb, ferner eine Ausführung eines Einzelradantriebes, insbesondere eine Niederflurachse für Fahrzeuge.

Für die Gestaltung von Antriebseinheiten in Stadtbussen sind eine Reihe von Konzepten bekannt. Neben der konventionell als Antriebsquelle eingesetzten Verbrennungskraftmaschine finden zunehmend Konzepte mit einer Kombination aus Dieselmotor und Elektromotor Beachtung. Eine derartige Ausführung eines Einzelradantriebes ist beispielsweise aus dem Voith-Druck G 1407 bekannt. Jedem Antriebsrad ist dabei eine Transversalflußmaschine zum Zwecke des Antriebes zugeordnet, welche jeweils beispielsweise von einer Wechselrichtereinheit mit elektrischer Leistung versorgt wird. Desweiteren ist eine als Generator betreibbare elektrische Maschine vorgesehen, welche ebenfalls vorzugsweise als Transversalflußmaschine ausgeführt sein kann, und die mechanisch mit einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einem Dieselmotor, koppelbar ist. Zur Erzeugung der elektrischen Leistung wird die als Generator betreibbare elektrische Maschine vorzugsweise über einen Vierquadrantenwechselrichter angesteuert. Die Energieversorgung der als Radmotoren fungierenden Elektromotoren erfolgt in dieser die-elektrischen Ausführung über den Dieselmotor-Generatorsatz.

Ein Direktantrieb für Stadtbusse in Form eines Einzelradantriebes wird vorteilhafterweise durch einen radnahen Einbau der als Radmotoren fungierenden Elektromotoren verwirklicht. Beispielsweise werden dazu die Elektromotoren in eine Niederflur-Starrachse montiert. Diese elektrische Niederflurachse ersetzt die ansonsten standardmäßig verwendete mechanische Niederflurachse. Die Abmessungen der einzusetzenden Elektromotoren sind jedoch beim Einbau in die Achse durch die Betätigungselemente der Bremseinrichtung, insbesondere der Scheibenbremse beschränkt. Anzustreben ist dabei ein möglichst geringer Durchmesser der Elektromotoren, wobei durch einen Achsversatz zwischen Elektromotor und Antriebsrad der zulässige Durchmesser noch vergrößert werden könnte. Insbesondere beim Einbau einer Transversalflußmaschine, deren Durchmesser-Längen-Verhältnis deutlich über 1 liegt, kann die Problematik des zur Verfügung stehenden Bauraumes nicht unberücksichtigt bleiben. Auch beim Vorsehen eines Achsversatzes zwischen der Antriebswelle des Elektromotors und der Radachse ist der maximal ausnutzbare Durchmesser für die Elektromaschine für den Einbau einer Transversalflußmaschine kaum ausreichend.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Einzelradantrieb derart zu gestalten, daß die genannten Nachteile vermieden werden. Insbesondere ist der Elektromotor eines elektrischen Einzelradantrie-

bes für Stadtbusse als Transversalflußmaschine auszuführen. Die sich daraus ergebenden konstruktiven und baulichen Schwierigkeiten sollen gelöst werden.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 charakterisiert. Die vorrichtungsmäßige Umsetzung in einer Niederflurachse erfolgt entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 14.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, eine Transversalflußmaschine, wie bereits aus der DE 195 22 382 bekannt, mit nicht rotationssymmetrisch ausgeführtem Stator in einem Einzelradantrieb, insbesondere einer Niederflurachse, einzusetzen. Bei dieser Ausführung einer Transversalflußmaschine wird die Erkenntnis ausgenutzt, daß diese aufgrund ihrer Eigenart, nämlich dem Fehlen eines magnetischen Drehfeldes, eine Abplattung der Maschine mit geringem Aufwand zur Beseitigung der damit verbundenen magnetischen Endeffekte ermöglicht. Diese Abplattung bzw. unsymmetrische Gestaltung kann im wesentlichen durch folgende Maßnahmen erzielt werden:

1. bei Anordnung von Statorweicheisenelementen mit im wesentlichen gleichen Abständen bzw. gleicher Teilung am Außenumfang des Rotors unter Berücksichtigung des Luftspaltes durch Fehlen von Statorweicheisenelementen bzw. Polschuhen am Außendurchmesser in Einbaulage der Transversalflußmaschine in den kritischen Bereichen und/oder
2. Ausschwenken von Statorweicheisenelementen bzw. Polschuhen des Außenstators aus ihrer zum Luftspalt zwischen Stator und Rotor orthogonalen Achse wenigstens in den in Einbaulage der Transversalflußmaschine hinsichtlich des zur Verfügung stehenden Bauraumes unter Berücksichtigung benachbarter Baueinheiten kritischen Bereichen.

Aufgrund dieser Maßnahmen entsteht ein Bereich mit einem vergrößerten Zwischenraum als durch die Teilung bedingt zwischen zwei einander benachbarten Statorweicheisenelementen, welcher als magnetische Lücke bezeichnet wird. Der Rotor trägt nach wie vor in bekannter Weise sämtliche Pole bzw. Polstrukturen, der Stator dementsprechend weniger, so daß der Zwischenraum zwischen zwei einander benachbarten Statorweicheisenelementen in Einbaulage in einem Direktantrieb in den Bereichen, in welchen eine Führung von Betätigungselementen für eine dem Antriebsrad zugeordnete Bremseinrichtung, insbesondere Scheibenbremseinrichtung sinnvoll und notwendig wäre, gegenüber den restlichen wesentlich vergrößert ist. Betätigungselemente, beispielsweise Bremsbetätigungsorgane begrenzen somit nicht mehr die maximale Größe einer Transversalflußmaschine und damit die maximal übertragbare Leistung. Dadurch wird erreicht, daß die Transversalflußmaschine im allgemeinen größer gebaut werden kann, da der Außendurchmesser des Rotors sich bis in den Grenzbereich des beim Ein-

satz einer konventionellen Transversalflußmaschine maximal zulässigen Bauraumes erstrecken kann. Die im allgemeinen übliche Ankerwicklung am Außenstator entfällt, was mit einer Verringerung der thermischen Belastung einhergeht. Der Vorteil besteht des weiteren darin, daß in dem beschriebenen Bereich der magnetischen Lücke keine Überlagerung von Anker- und Erregerfeld stattfindet, da die magnetischen Pfade hierfür aufgrund des Fehlens der Statorweicheisenelemente im Innen- und Außenstator nicht vorhanden sind. Es ist somit in einfacher Weise möglich, und zwar durch Messung des Rotorfeldes, z.B. mittels Hall-Sonden, die Pollageerfassung zu realisieren. Auf erteilte zusätzliche Elemente, wie Resolver und Inkrementalgeber, kann dabei verzichtet werden. Dies bietet einen enormen Vorteil bei der Verwendung von Hohlwellenmotoren, welche nach dem Transversalflußprinzip arbeiten.

Zusätzlich zum Fehlen von Statorweicheisenelementen können die der Lücke benachbarten Statorweicheisenelemente bzw. Polschuhe des Außenstators aus ihrer zum Luftspalt orthogonalen Achse von der Bodenlücke weg verschwenkt werden. Es kann somit ein günstiger Kompromiß zwischen der Größe der Lücke und dem störenden Einfluß dieser realisiert werden. Die verschwenkten Statorweicheisenelemente bzw. Polschuhe im Einlaufbereich der Lücke können bei alleinigem oder zusätzlichem Verschwenken mit geringerer Breite als der Rotor ausgeführt werden. Durch Anfassungen an den Flanken werden Wirbelstromverluste beim Eindringen des Rotorfeldes vermieden. Desweiteren sind erfindungsgemäß Mittel vorgesehen, welche die mit der Lücke einhergehenden magnetischen Endeffekte in einfacher Weise ausgleichen.

Zur Vermeidung des Skineffektes in den Leitern der Wicklungen wird die Ankerwicklung am Innenstator im Lückenbereich vorzugsweise gekröpft ausgeführt, um damit einen vergrößerten Abstand des Leiters vom Rotor zu erreichen.

Zur Führung des Rotorfeldes ist ein Flußleitstück im Bereich der Lücke vorgesehen. Dieses kann sich axial auf beiden Seiten der Ankerwicklung des Innenstators, im wesentlichen über einen Bereich, welcher dem des Erstreckungswinkels in Umfangsrichtung des Bereiches mit vergrößertem Zwischenraum am Außenstator entspricht, erstrecken. Das Flußleitstück kann dabei aus geblechtem Trafoeisen oder aber aus Pulververbundwerkstoff hergestellt sein. Es dient neben der Gewährleistung eines definierten Arbeitspunktes der Permanentmagneten auch der magnetischen Abschirmung gegenüber der konstruktiven Umgebung.

Desweiteren besteht die Möglichkeit, ein weiteres Flußleitstück in Form eines dünnwandigen Schirmes ebenfalls aus geblechtem Trafoeisen oder aus Pulververbundwerkstoff im Bereich der Lücke am Außendurchmesser des Rotors vorzusehen. Dies bietet den Vorteil, daß das Eindringen des Rotorstreufeldes in die Gehäuseteile weitgehendst vermieden werden kann. In Analogie gilt diese Aussage auch für das Vorsehen

eines in axialer Richtung in Höhe der Lücke neben dem Rotor angeordneten axialen Flußleitstückes. Da üblicherweise der Rotor bzw. die Polkörperstrukturen in axialer Richtung zur Festigung von einem Endring begrenzt werden, ist das axiale Flußleitstück in möglichst geringem Abstand neben diesem anzuordnen.

Erfindungsgemäß wird eine derartig gestaltete Transversalflußmaschine als als Radmotor fungierender Elektromotor in eine Niederflurachse montiert. Dabei erfolgt der Einbau derart, daß die am Stator vorgesehenen Bereiche, welche sich durch Weglassen von mindestens einem Schnittbandkern oder dem Verkippen eines oder mehrerer Schnittbandkerne oder aber einer Kombination aus beiden Möglichkeiten auszeichnen, derart in Einbaulage angeordnet sind, daß der für die Betätigungsorgane der Bremseinrichtung, insbesondere die Zylinder-Kolbeneinheiten erforderliche Freiraum geschaffen wird. Der Einzelradantrieb zeichnet sich somit dadurch aus, daß im Bereich der mit den Rädern gekoppelten Niederflurachse eine Transversalflußmaschine mit im Bereich ihres Außenstators vorgesehenen Lücken angeordnet ist, wobei diese Lücken in Einbaulage der Transversalflußmaschine derart gegenüber dem anzutreibenden Rad bzw. der Radachse angeordnet sind, daß die Betätigungsorgane der an den Rädern wirksam werdenden Bremseinrichtungen, insbesondere der Scheibenbremsen nicht behindert werden. Insbesondere können die Betätigungsorgane der Bremseinrichtungen durch diese Lücken hindurchgeführt werden bzw. sich bis in den Bereich der Lücken erstrecken, ohne die Arbeitsweise der Transversalflußmaschine zu stören. Unter Lücken sind dabei Bereiche zu verstehen, welche einen größeren als durch die Teilung bedingten Zwischenraum zwischen zwei einander benachbarten Statorweicheisenelementen bilden.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht es, Transversalflußmaschinen mit entsprechender Größe zum Zwecke des Einzelradantriebes bei Fahrzeugen, beispielsweise Stadtbussen, insbesondere in Niederflurachsen, einzusetzen ohne daß die baulichen Gegebenheiten, welche durch die Anordnung der Bremseinrichtungen vorgegeben sind, als Grenzen für die radiale Ausdehnung der Transversalflußmaschine angesehen werden müssen. Die Transversalflußmaschine kann dabei direkt zum Antrieb einer Radantriebswelle oder aber zum indirekten Antrieb über weitere Übertragungseinrichtungen in Form von Drehzahl-/Drehmomentenwandlern eingesetzt werden. Im letztgenannten Fall ist zwischen Transversalflußmaschine und Radantriebswelle wenigstens ein Getriebe zwischengeschaltet.

Die erfindungsgemäße Lösung in Form eines Einzelradantriebes ist als einzelne Baugruppe, umfassend die Transversalflußmaschine, oder als komplette Baueinheit für zwei Räder in Form einer Niederflurachse, umfassend zwei über einen Achskörper miteinander verbundene Antriebseinheiten, die den entsprechenden Rädern zuordenbar sind, anbietbar.

Die Symmetrieachse der Transversalflußmaschine kann mit der Verlängerung der geometrischen Radachse, d.h. mit der Symmetrieachse der Radantriebswelle zusammenfallen oder aber gegenüber dieser versetzt angeordnet sein. Im ersten Fall kann der Außenstator dabei einen Durchmesser aufweisen, welcher bezogen auf die Radantriebswelle wenigstens dem Abstand zwischen Radantriebswelle und innerem Abmaß der Bremsbetätigungselemente entspricht. Ein Durchmesser größer diesem Abmaß ist ebenfalls möglich, allerdings ist zu berücksichtigen, daß der äußere Durchmesser des Rotors der Transversalflußmaschine immer geringer als dieses Abmaß zwischen Radantriebswelle und innerem Abmaß der Bremsbetätigungselemente in radialer Richtung ist. Im zweiten Fall kann der Durchmesser des Außenstators derart gewählt werden, daß dieser sich ebenfalls bis in den Bereich der Bremsbetätigungseinrichtungen erstreckt. Der Durchmesser entspricht dann wenigstens dem Abstand zwischen Symmetrieachse der Radantriebswelle und dem inneren Abmaß der Bremsbetätigungselemente plus oder minus dem Versatz der Transversalflußmaschine gegenüber der Radantriebswelle. Dabei können die Vorteile einer Transversalflußmaschine mit größeren Abmessungen gegenüber den anderen Elektromotoren optimal bei gleichem oder geringerem zur Verfügung stehenden Bauraum genutzt werden.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Darin ist im übrigen folgendes dargestellt:

- Fig. 1a und 1b verdeutlicht anhand einer konventionell ausgeführten Transversalflußmaschine die in einem Direktantrieb auftretenden Probleme;
- Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäß verwendete, modifizierte Transversalflußmaschine im Querschnitt mit gekröpfter Wicklung und verschwenkten Außenstatorweicheisenelementen;
- Fig. 3 verdeutlicht eine Ausführung eines der Lücke benachbarten Statorweicheisenelementes;
- Fig. 4 verdeutlicht einen Lückenbereich im Querschnitt mit zusätzlichem Flußleitstück und außenliegenden Schutzschirm;
- Fig. 5 verdeutlicht einen Lückenbereich im Querschnitt mit zusätzlichem axialen Flußleitstück;
- Fig. 6 verdeutlicht schematisch anhand einer Ansicht entsprechend Figur 1b die Anordnung einer erfindungsgemäß modifizierten Transversalflußmaschine zum Zwecke des Einzelradantriebes in einer Niederflurachse.

In der Fig. 1a ist nochmals der Grundaufbau einer konventionell ausgeführten Transversalflußmaschine erläutert und des weiteren die Problematik des Einsatzes in einem Direktantrieb.

- In der Figur 1a ist nochmals zur Verdeutlichung der Problematik ein Längsschnitt durch eine konventionell ausgeführte Transversalflußmaschine 30 dargestellt, bei der in einem Gehäuse ein Rotor 1 mit einer Rotorwelle 2 und einem Abtriebsflansch drehbar gelagert ist. Die Rotorwelle weist im zentralen Teil einen Bund auf, an der eine kreisrunde zentrale Trägerscheibe 3 befestigt ist. Am radial äußeren Umfang dieser Trägerscheibe 3 erstrecken sich beidseitig in axialer Richtung ringförmige bzw. trommelförmige Polkörperstrukturen, hier 4a und 4b. Diese Polkörperstrukturen 4a und 4b umfassen jeweils in zwei Reihen angeordnet und wechselweise in Umfangsrichtung polarisierte Permanentmagnete 5, für die Polkörperstruktur 4a, 5a und die Polkörperstruktur 4b, 5b, sowie Weicheisenelemente. Die Weicheisenelemente sind hier für die Polkörperstruktur 4a mit 6a1 und 6a2 bezeichnet und für die Polkörperstruktur 4b ebenfalls mit 6b1 und 6b2, jedoch nicht dargestellt. In axialer Richtung ist die jeweilige Polkörperstruktur 4a und 4b wie folgt aufgebaut: Von der Trägerscheibe 3 aus erstreckt sich zunächst eine erste Reihe von Permanentmagneten 5 bzw. Weicheisenelementen 6, woran sich ein Zwischenring 7 anschließt, sowie eine zweite Reihe von Permanentmagneten 5 bzw. Weicheisenelemente 6, daran anschließend ein Endring 8.

Radial innerhalb und außerhalb der Polkörperstrukturen 4a und 4b sind ein Innen- und ein Außenstator 13a und 13b, umfassend eine Vielzahl von in Umfangsrichtung der Polkörperstrukturen angeordneten Statorweicheisenelementen 10 am Statorgehäuse vorgesehen. Die radial außerhalb liegenden Statorweicheisenelemente sind dabei mit 10a und die radial innerhalb liegenden Statorweicheisenelemente mit 10b bezeichnet. Die einzelnen Statorweicheisenelemente sind derart angeordnet, daß zu den Polkörperstrukturen 4a und 4b radiale Luftspalte 11 entstehen. Dabei sind wieder die radial innerhalb liegenden Luftspalte mit 11b und die radial außerhalb liegenden Luftspalte mit 11a bezeichnet. Die Statorweicheisenelemente 10b und 10a sind über den ganzen Umfang verteilt und von Wicklungen 12 durchsetzt. Sie bilden einen im Statorgehäuse fest angeordneten Stator 13 des Motors.

Die Figur 1b verdeutlicht schematisch in stark vereinfachter Darstellung die Problematik der Ausnutzbarkeit des zur Verfügung stehenden Bauraumes für eine Transversalflußmaschine 30 bei Integration in einen Einzelradantrieb, insbesondere eine Niederflurachse 31 für Fahrzeuge, beispielsweise Stadtbusse.

Die Baueinheit Niederflurachse 31, hier nur ein teilweise dargestellt, umfaßt einen Achskörper 32, zwei Räder 33, wenigstens eine, wenigstens einem der beiden Räder 33 unmittelbar zum Antrieb zugeordnete Transversalflußmaschine 30 und jeweils einem Rad 33

zugeordnete Bremseinrichtungen in Form von Scheibenbremseinrichtungen 34. Die Scheibenbremseinrichtungen 34 sind in bekannter Weise, wie beispielsweise in Gerigk, Bruhn, Danner: "Kraftfahrzeugtechnik" beschrieben, aufgebaut. Der Offenbarungsgehalt dieses Druckwerkes bezüglich der Scheibenbremseinrichtungen wird in den Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung mit einbezogen. Die Bremsscheibe 35 ist in mit einer Nabe 36 verschraubt. Der Bremsscheibe 35 sind Bremsbeläge 37 zugeordnet, welche mittels hier im einzelnen nicht dargestellten Bremsbetätigungselementen 38 gegen diese anpreßbar sind. Zu diesem Zweck ist ein mit der Radaufhängung verschraubter, hier stark vereinfacht dargestellter Bremssattel 39 vorgesehen, welcher die Betätigungselemente enthält. Diese sind in der Regel als hydraulisch oder pneumatisch betreibbare Zylinder-Kolbeneinheiten ausgeführt.

Aus dieser Figur wird ersichtlich, daß die Grenzen für den Einsatz in einem Direktantrieb durch den zur Verfügung stehenden Bauraum, insbesondere durch die Anordnung der Betätigungsorgane bzw. Elemente der Bremseinrichtungen bestimmt werden. Die Transversalfußmaschine 30 ist mit geringem Durchmesser D_T auszuführen, um mit den Betätigungsorganen- bzw. Elementen der an den Rädern wirksam werdenden Bremseinrichtungen nicht zu kollidieren.

Die Fig. 2 bis 4 verdeutlichen Ausführungen einer Transversalfußmaschine in einem Teilschnitt durch diese in axialer Richtung mit sogenannter Lücke. Der Grundaufbau der Transversalfußmaschine entspricht dabei dem einer konventionellen, wie in Fig. 1 beschriebenen. Für gleiche Elemente werden deshalb die gleichen Bezugszeichen verwendet.

Der Teilschnitt ist in Einbaulage der Transversalfußmaschine dargestellt, wobei die Ebene E1 die Ebene verdeutlicht, in welcher die Antriebswelle angeordnet ist. Der Rotor trägt in bekannter Weise sämtliche Pole, die Polkörperstrukturen 4a und 4b, bezogen auf die Figur 1a, hier jedoch nur 4a dargestellt, bleiben somit in ihrem Aufbau unverändert. Erfindungsgemäß erfolgt eine Abplattung der Transversalfußmaschine. Diese abgeplatteten Bereiche werden dann für die Führung und Anordnung von Elementen genutzt, welche ansonsten den zur Verfügung stehenden Bauraum für die Transversalfußmaschine begrenzen. Zu diesem Zweck werden am Außenstator 13a in radialer Richtung außerhalb der Polkörperstruktur 4a angeordnete Statorweicheisenelemente weggelassen, d.h. die Anordnung von Statorweicheisenelementen erfolgt derart, daß am Außenstator 13a wenigstens ein Bereich 20 (Lücke) mit einem größeren als durch die Teilung bedingten Zwischenraum zwischen zwei einander benachbarten Statorweicheisenelementen, hier der Statorweicheisenelemente 10a1 und 10a2 entsteht.

Des weiteren ist der Außenstator 13a frei von Ankerwicklungen. Der Außenstator 13a erfährt somit im Bodenbereich eine hinsichtlich der magnetischen Eigenschaften wirksame Unterbrechung, die sich beid-

seitig gegenüber einer Vertikalen V in Einbaulage beispielsweise über einen Winkel α_1 betrachtet erstreckt. In diesem Bereich findet dann keine Überlagerung von Anker- und Erregerfeld statt, da die magnetischen Pfade hierfür fehlen. Dies bietet den Vorteil, daß der im Vergleich beim Einsatz einer konventionellen Transversalfußmaschine zur Verfügung stehende Bauraum, welcher dem Abstand zwischen den beiden Ebenen E1 und E3 entspricht, fast vollständig für den Rotor ausgenutzt werden kann. Daraus resultiert eine in ihrer Baugröße größere Transversalfußmaschine, welche höhere Leistungen erzeugen kann.

Die Figur 2 verdeutlicht jedoch neben der Lücke eine Reihe weiterer vorteilhafter Ausgestaltungsmöglichkeiten. So ist es beispielsweise möglich, die der Bodenlücke benachbarten Statorweicheisenelemente 10a1 und 10a2, d.h. Polschuhe des Außenstators 13a aus ihrer zum Luftspalt 11a orthogonalen Achse OH um einen Winkel α_2 zu Verschwenken. Im dargestellten Fall sind dies die Statorweicheisenelemente bzw. Polschuhe des Außenstators 10a1 und 10a2. Dies bietet den Vorteil einer verringerten Lücke bei gleichbleibender Bauraumfreigabe.

In diesem Zusammenhang besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Polschuhe 10a1 und 10a2 mit geringerer Eisenbreite als der des Rotors auszuführen. Durch entsprechende Anfassungen an den Flanken, werden Wirbelstromverluste beim Eindringen des Rotorfeldes vermieden. Eine Möglichkeit einer derartigen Gestaltung eines Polschuhes ist nicht maßstäblich in der Figur 3 als Ansicht II-II aus Figur 2 dargestellt. Das Statorweicheisenelement 10a2 weist angeschrägt ausgeführte Kanten 21 aus.

Um den Skineffekt in den Leitern aufgrund des Rotorfeldes zu vermeiden, kann die Ankerwicklung im Lückenbereich am Innenstator 13b gekröpft ausgeführt werden. Damit wird ein vergrößerter Abstand der Leiter, d.h. der einzelnen Bestandteile der Ankerwicklung, vom Rotor 1 erzielt und die Beeinflussung der Ankerwicklung durch den Rotor 1 verringert.

Die Figur 4a verdeutlicht eine Möglichkeit der Leitung des Rotorfeldes, indem im Bereich der Lücke am Innenstator 13b ein Flußleitstück 15, welches beispielsweise aus geblechtem Trafoeisen oder aus einem Pulververbundwerkstoff hergestellt sein kann, zur Führung des Rotorfeldes angeordnet ist. Das Flußleitstück 15 ist dabei im wesentlichen im Bereich des Außenumfangs des Innenstators 13b angeordnet. Die Wicklungen werden normal geführt. Auf die Darstellung der Wicklungen, die gekröpft ausgeführt sein können, am Innenstator 13b im Erstreckungsbereich der Lücke 20 wurde aus Gründen einer übersichtlichen Darstellung verzichtet. Zusätzlich kann, wie in Figur 4b dargestellt, zur Verhinderung des Eindringens des Rotorstrefenfeldes in die Gehäuseteile im Bereich des Innendurchmessers des Außenstators 13a im Bereich der Lücke ein dünnwandiger Schirm 16 aus ähnlichen Materialien eingesetzt werden.

Die in den Figuren 3 und 4 dargestellten Möglichkeiten sind auch für die in der Figur 2 dargestellten Varianten einsetzbar.

In den Figuren 5a und 5b ist die Verwendung eines axialen Flußleitstückes 17 schematisch verdeutlicht. Der Grundaufbau von Rotor 1 und Stator 13 entspricht dem in den Figuren 1, 2 und 4, weshalb für gleiche Elemente die gleichen Bezugszeichen verwendet werden. In axialer Richtung neben dem Rotor 1 ist ein Flußleitstück 17 radial in Höhe der Lücke bzw. des vergrößerten Zwischenraumes 20 zwischen zwei einander benachbarten Statorweicheisenelementen, hier der Statorweicheisenelemente 10a5 und 10a6, angeordnet.

Die Figur 4b verdeutlicht in einer Ansicht III entsprechend Figur 5a eine Draufsicht auf eine Polstruktur 4 eines Rotors 1 einer Transversalflußmaschine. Daraus wird ersichtlich, daß das axiale Flußleitstück zur Gewährleistung der diesem zugeordneten Funktion nur in einem sehr geringen Abstand neben einem, der Polstruktur 4 zugeordneten Endring 8, angeordnet sein darf.

Die Fig. 6a zeigt einen Einzelradantrieb in Kombination mit einer Niederflurachse 31, wie in der Figur 1b dargestellt, wobei dem anzutreibenden Rad 33 ein als Transversalflußmaschine 30 ausgeführter Elektromotor zugeordnet ist. Des Weiteren sind die Betätigungseinrichtungen für die an den Rädern wirksam werdenden Bremsenrichtungen, welche als Scheibenbremsenrichtungen 34 ausgeführt sind, ersichtlich. Auch in dieser Figur ist lediglich ein Ausschnitt aus einer Niederflurachse, im Einzelnen der Antrieb nur eines Rades, des Rades 33, dargestellt. Des Weiteren sind in der Figur die Bremsscheibe 35 und die äußeren Abmaße des Bremssattels 39 in dieser Ansicht dargestellt. Die Lückenbereiche am Außenstator der Transversalflußmaschine 30 sind dabei in Einbaulage in einem Bereich vorgesehen, welcher bei einer konventionellen Gestaltung des Einzelraddirektantriebes mit einer Transversalflußmaschine ohne Lückenbereiche den zur Verfügung stehenden Bauraum für die Transversalflußmaschine begrenzen würde, d.h. einen Bereich, in dem die Betätigungsorgane bzw. die dies tragenden Elemente 39 der an den Rädern 33 wirksam werdenden Bremsenrichtungen 34 geführt werden.

Aus der Figur 6a ist ersichtlich, daß die Abmessungen in radialer Richtung, insbesondere der Durchmesser der Transversalflußmaschine 30 größer ist, als in Figur 1b.

Die Figur 6b verdeutlicht in einem Ausschnitt aus einer Ansicht VI-IV aus der Figur 6a anhand der äußeren Abmessungen der Betätigungselemente bzw. Anpreßelemente, hier mit 40 bezeichnet, deren Anordnung im Bereich einer Lücke 43, welche durch Verschwenken zweier einander benachbarter Statorweicheisenelemente 41 und 42 des Außenstators 44 aus deren orthogonalen Lage heraus gebildet wird.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Transversalflußmaschine mit den folgenden Merkmalen in einem Einzelradantrieb

1.1 mit einem Außenstator (13a), umfassend eine Mehrzahl von äußeren Stator-Weicheisenelementen (10a), die im wesentlichen mit gleichmäßiger Teilung zueinander angeordnet sind;

1.2 mit einem Innenstator (13b), umfassend eine Mehrzahl von inneren Stator-Weicheisenelementen (10b);

1.3 der Innenstator (13b) umfaßt wenigstens eine Ankerwicklung (12);

1.4 mit einem Rotor (1), der - in einem achsenkrechten Schnitt gesehen - aus miteinander abwechselnden Magneten (5) und Weicheisenelementen (6) aufgebaut ist;

1.5 der Außenstator (13a) ist frei von Ankerwicklungen;

1.6 die äußeren Statorweicheisenelemente (10a) sind derart angeordnet, daß am Außenstator (13a) wenigstens ein Bereich (Lücke) (20) mit einem größeren als durch die Teilung bedingten Zwischenraum zwischen zwei einander benachbarten Statorweicheisenelementen vorgesehen ist;

1.7 dem Bereich (20) sind wenigstens mittelbar Mittel zur Kompensation magnetischer Endeffekte zugeordnet;

wobei die am Außenstator vorgesehenen Bereiche mit dem größeren als durch die Teilung bedingten Zwischenraum zwischen einander benachbarten Statorweicheisenelementen als zur Verfügung stehender Bauraum für Teile von dem Rad zugeordneten weiteren Komponenten genutzt werden.

2. Verwendung einer Transversalflußmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich durch das entgegengesetzte Verschwenken wenigstens zweier einander benachbarter äußerer Statorweicheisenelemente aus deren orthogonalen Lage (OH) zu einem zwischen Rotor (1) und Stator (13) gebildeten Luftspalt erfolgt.

3. Verwendung einer Transversalflußmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die dem Bereich (20) unmittelbar benachbarten Statorweicheisenelemente (10a1, 10a2) eine geringere Stärke aufweisen.

4. Verwendung einer Transversalflußmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich (20) durch das Fehlen wenigstens eines äußeren Statorweicheisenelementes erzeugt wird.

5. Verwendung einer Transversalfußmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die dem Bereich (20) benachbarten äußeren Statorweicheisenelemente (10a1, 10a2) aus deren zum Luftspalt orthogonalen Lage (OH) ausgeschwenkt werden. 5
6. Verwendung einer Transversalfußmaschine nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die dem Bereich (20) unmittelbar benachbarten Statorweicheisenelemente eine geringere Stärke aufweisen. 10
7. Verwendung einer Transversalfußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ankerwicklung (12) des Innenstators (13b) wenigstens in einem Teil eines Bereiches, welcher durch einen Erstreckungswinkel, der dem der Lücke in Umfangsrichtung des Außenstators entspricht, am Innenstator beschrieben werden kann, gekröpft ausgeführt ist. 15 20
8. Verwendung einer Transversalfußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem Bereich mit einem größeren als durch die Teilung bedingten Zwischenraum zwischen zwei einander benachbarten Statorweicheisenelementen am Außenstator wenigstens mittelbar wenigstens ein Flußleitstück (15,17) zugeordnet ist. 25 30
9. Verwendung einer Transversalfußmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Flußleitstück (15) zwischen der Ankerwicklung (12) des Innenstators (13b) und dem Rotor (1) angeordnet ist. 35
10. Verwendung einer Transversalfußmaschine nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Flußleitstück (17) in geringem Abstand in axialer Richtung neben dem Rotor angeordnet ist. 40
11. Verwendung einer Transversalfußmaschine nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß in radialer Richtung am Außenumfang des Rotors im Bereich der Lücke (20) ein Schirm (16) angeordnet ist. 45
12. Verwendung einer Transversalfußmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Flußleitstück (15, 17) aus geblechtem Trafoeisen besteht. 50
13. Verwendung einer Transversalfußmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Flußleitstück (15, 157) aus einem Pulververbundwerkstoff besteht. 55
14. Einzelradantrieb für den Einsatz in Fahrzeugen
- 14.1 mit wenigstens einer, mit wenigstens einem Rad wenigstens mittelbar koppelbaren Transversalfußmaschine, umfassend einen Rotor und einen Außenstator mit einer Vielzahl von Statorweicheisenelementen;
- 14.2 mit einer einem Rad zugeordneten Bremseinrichtung; gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- 14.3 die Transversalfußmaschine weist die folgenden Merkmale auf:
- 14.3.1 der Außenstator der Transversalfußmaschine ist frei von Ankerwicklungen;
- 14.3.2 die äußeren Statorweicheisenelemente sind derart angeordnet, daß am Außenstator wenigstens eine Lücke in Form eines Bereiches mit einem größeren als durch die Teilung bedingten Zwischenraum zwischen zwei einander benachbarten Statorweicheisenelementen vorgesehen ist;
- 14.4 die Transversalfußmaschine ist in Einbaulage gegenüber dem Rad und den Bremsrichtungen derart angeordnet, daß die Bremsbetätigungseinrichtungen wenigstens im ausgerücktem Zustand sich wenigstens bis in die Lücke am Außenstator der Transversalfußmaschine erstrecken oder durch diese hindurchführbar sind.
15. Einzelradantrieb nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 15.1 die Bremseinrichtung ist als Scheibenbremseinrichtung ausgeführt;
- 15.2 die Scheibenbremseinrichtung umfaßt wenigstens eine Bremscheibe, an die Bremscheibe anpreßbare Bremsbeläge und einen, dieser zugeordneten Bremssattel, welcher die Anpreßelemente zur Anpressung der Bremsbeläge beinhaltet;
- 15.3 der Bremssattel erstreckt sich in Einbaulage wenigstens zum Teil in Lücke.
16. Einzelradantrieb nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Transversalfußmaschine achsversetzt zur Symmetrieachse der Radantriebswelle angeordnet ist.
17. Einzelradantrieb nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Rad und Transversalfußmaschine ein Getriebe angeordnet ist.
18. Einzelradantrieb nach Anspruch 17, dadurch

gekennzeichnet, daß das Getriebe als Schaltgetriebe ausgeführt ist.

19. Einzelradantrieb nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Rad auf einer gemeinsamen geometrischen Achse, welche durch die Drehachsen der beiden Räder bestimmt ist, eine Transversalflußmaschine zugeordnet ist. 5

20. Einzelradantrieb nach einem der Ansprüche 14 bis 18, gekennzeichnet durch folgende Merkmale: 10

20.1 den auf einer gemeinsamen, durch die Drehachsen verlaufenden geometrischen Achse angeordneten Rädern ist eine Transversalflußmaschine zugeordnet; 15
20.2 der Transversalflußmaschine ist mit einem jeweils mit den Radantriebswellen gekoppelten Verteilergetriebe verbunden. 20

21. Einzelradantrieb nach einem der Ansprüche 14 bis 20, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

21.1 jedem auf einer gemeinsamen durch die Drehachsen bestimmten geometrischen Achse angeordneten Rad ist ein radseitig drehbar gelagerter Radträger zugeordnet; 25
21.2 es ist ein Achskörper vorgesehen, welcher die Radträger starr miteinander verbindet. 30

30

35

40

45

50

55

Fig.1a

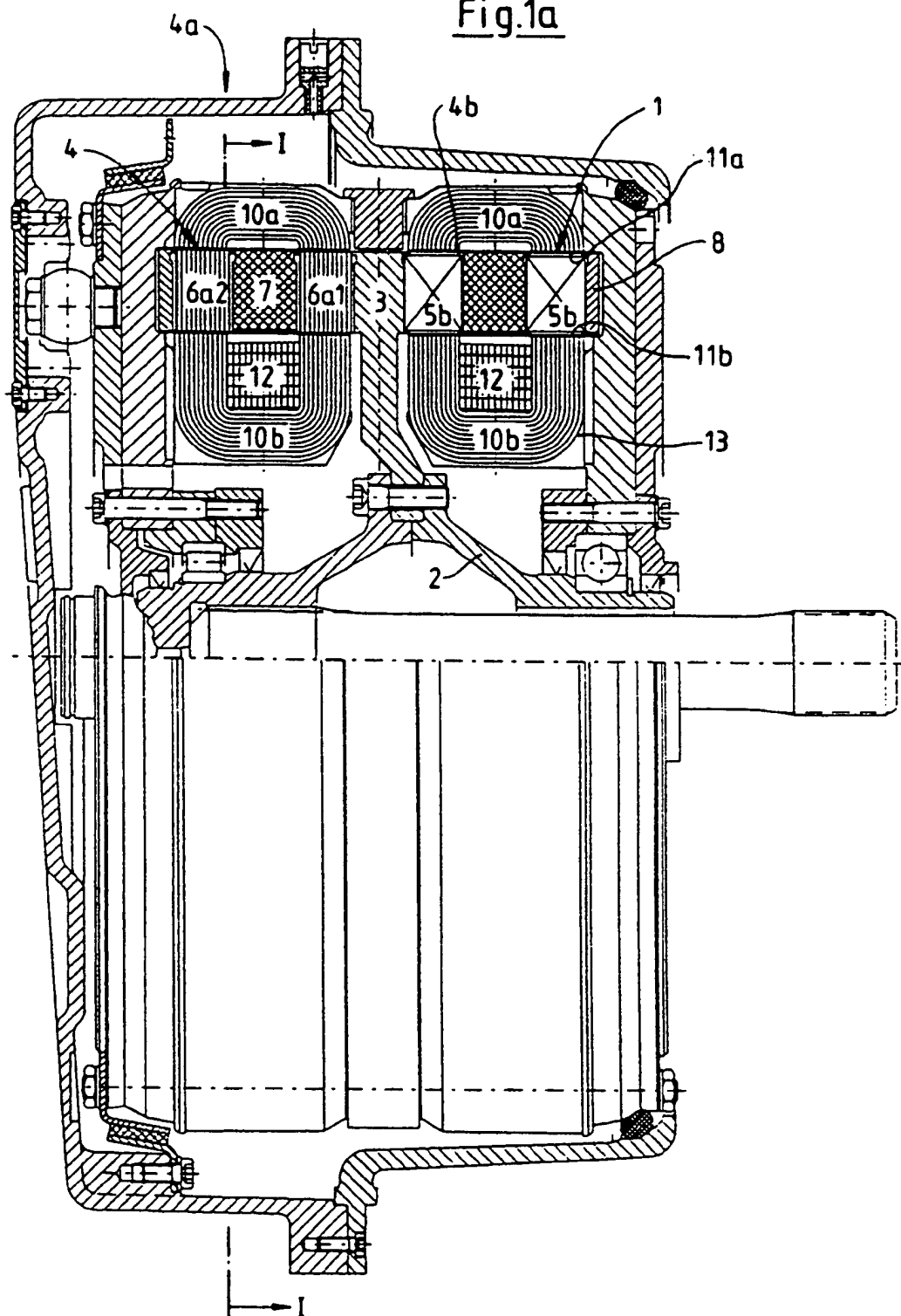
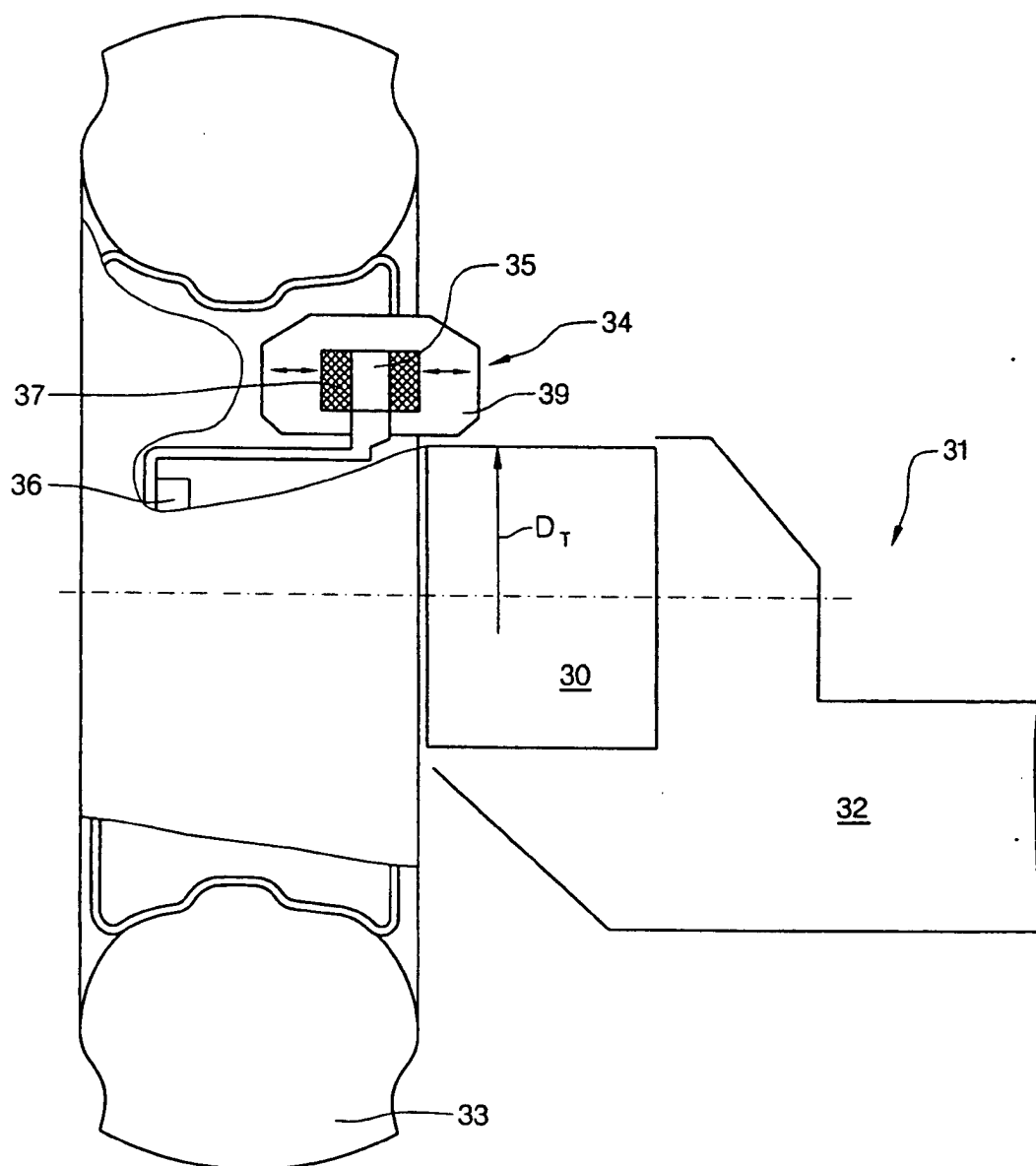
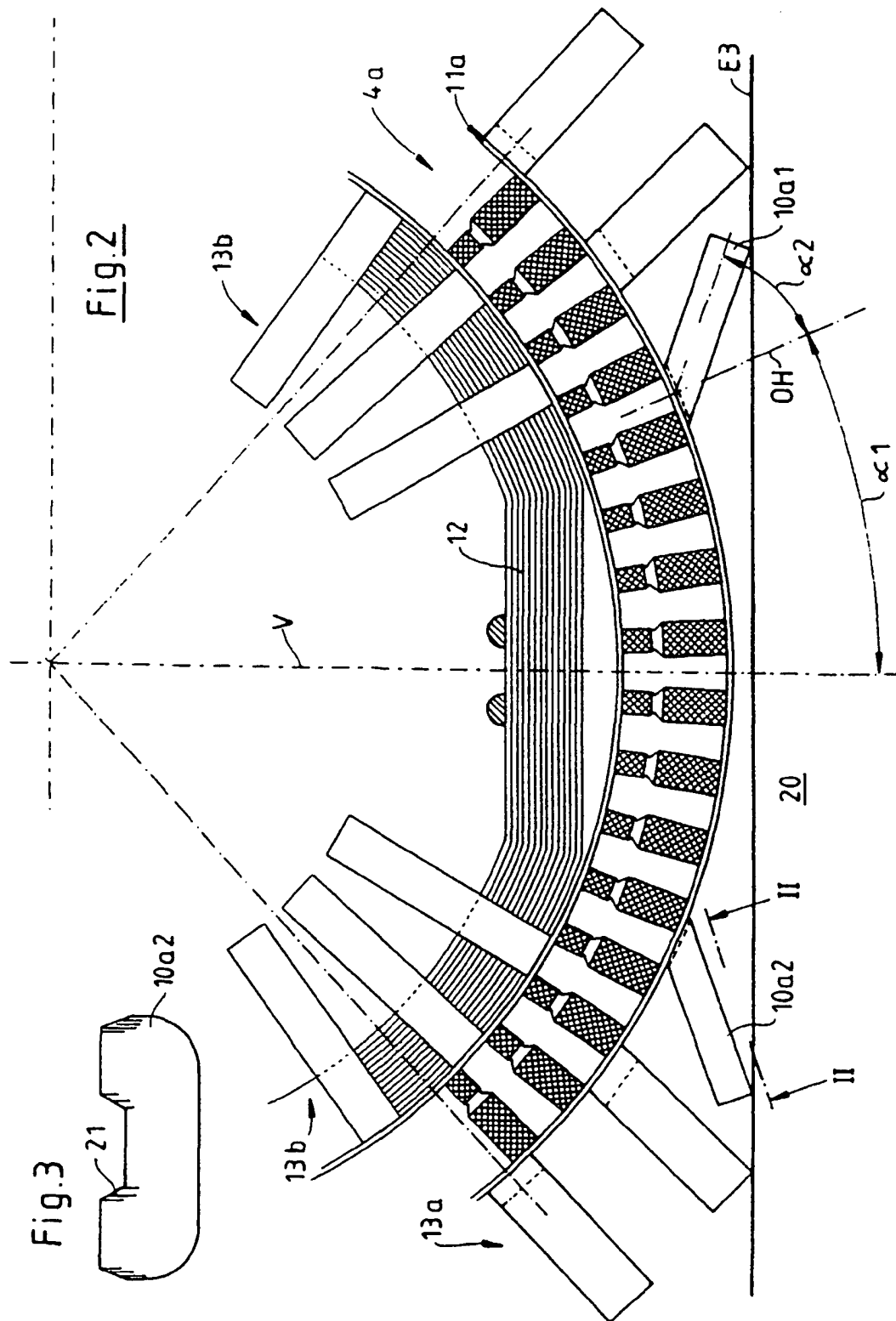
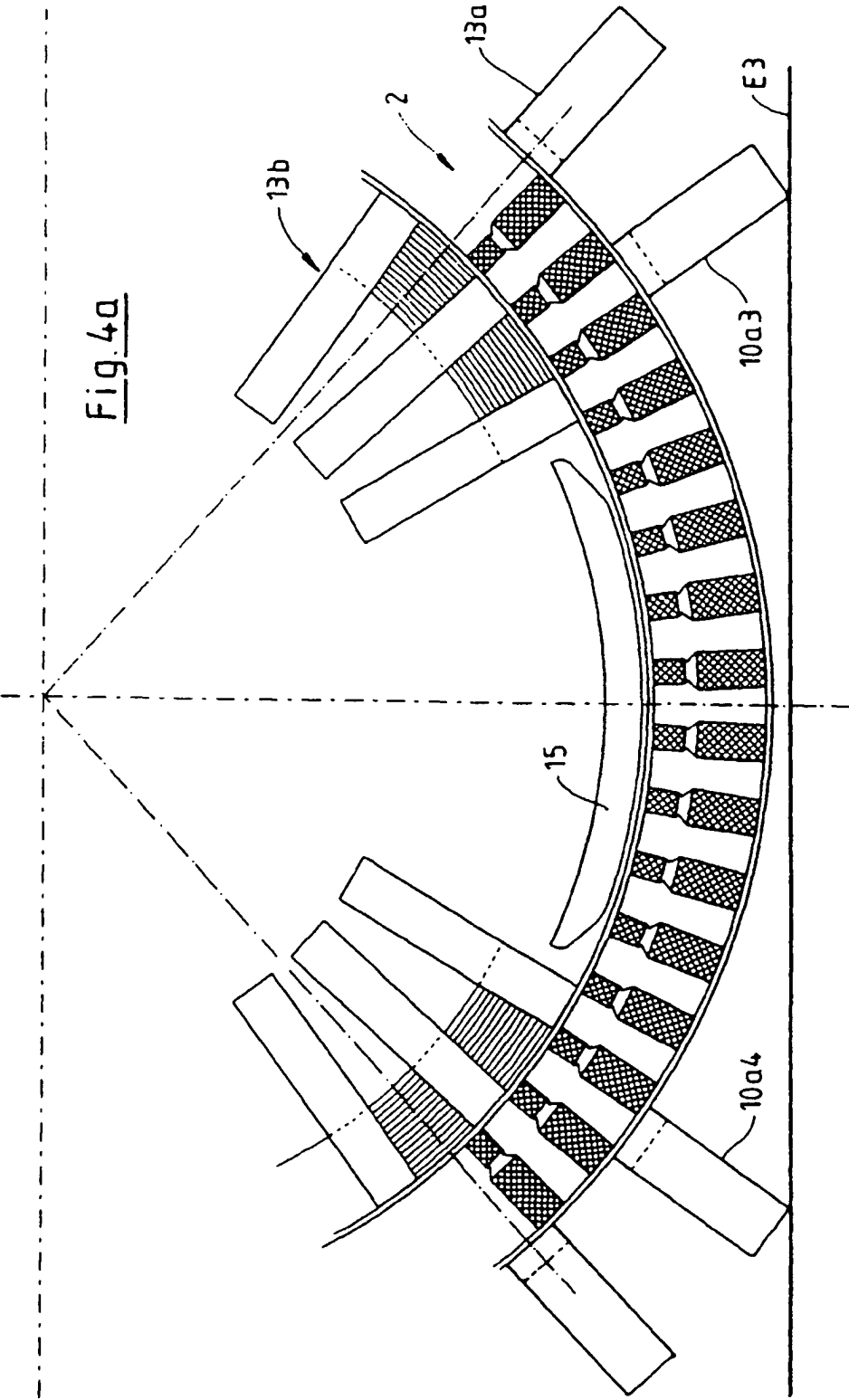
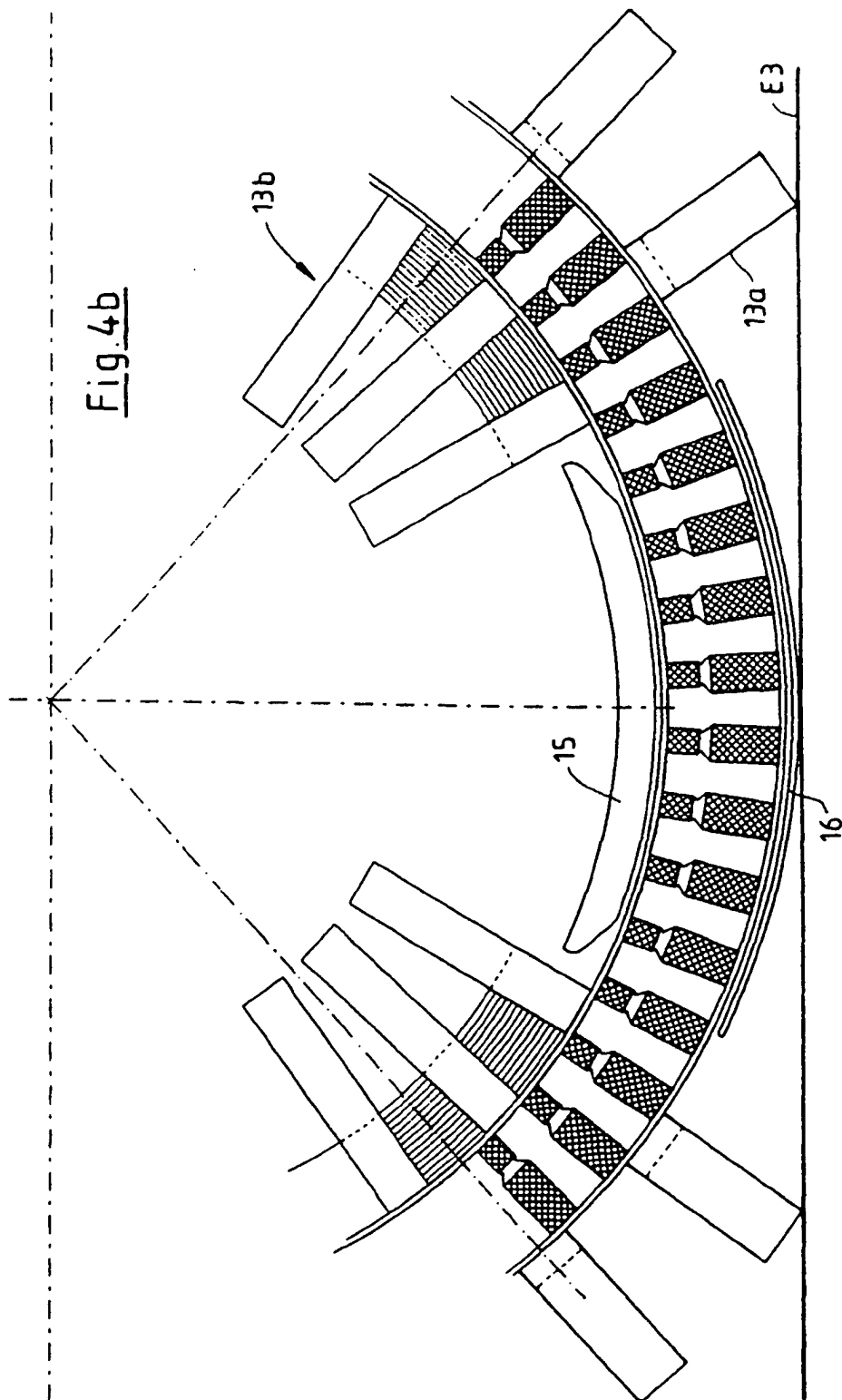


Fig.1b









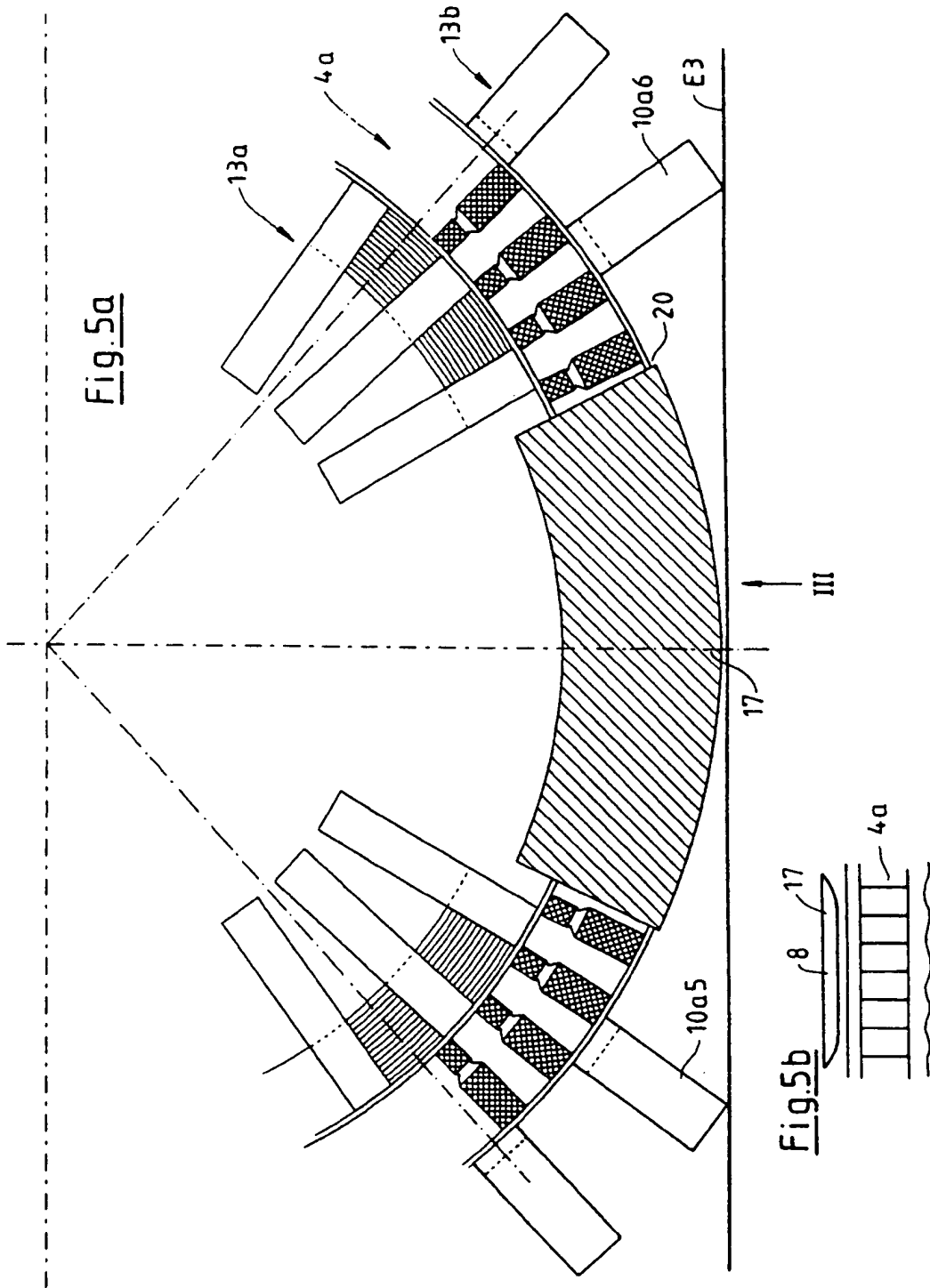
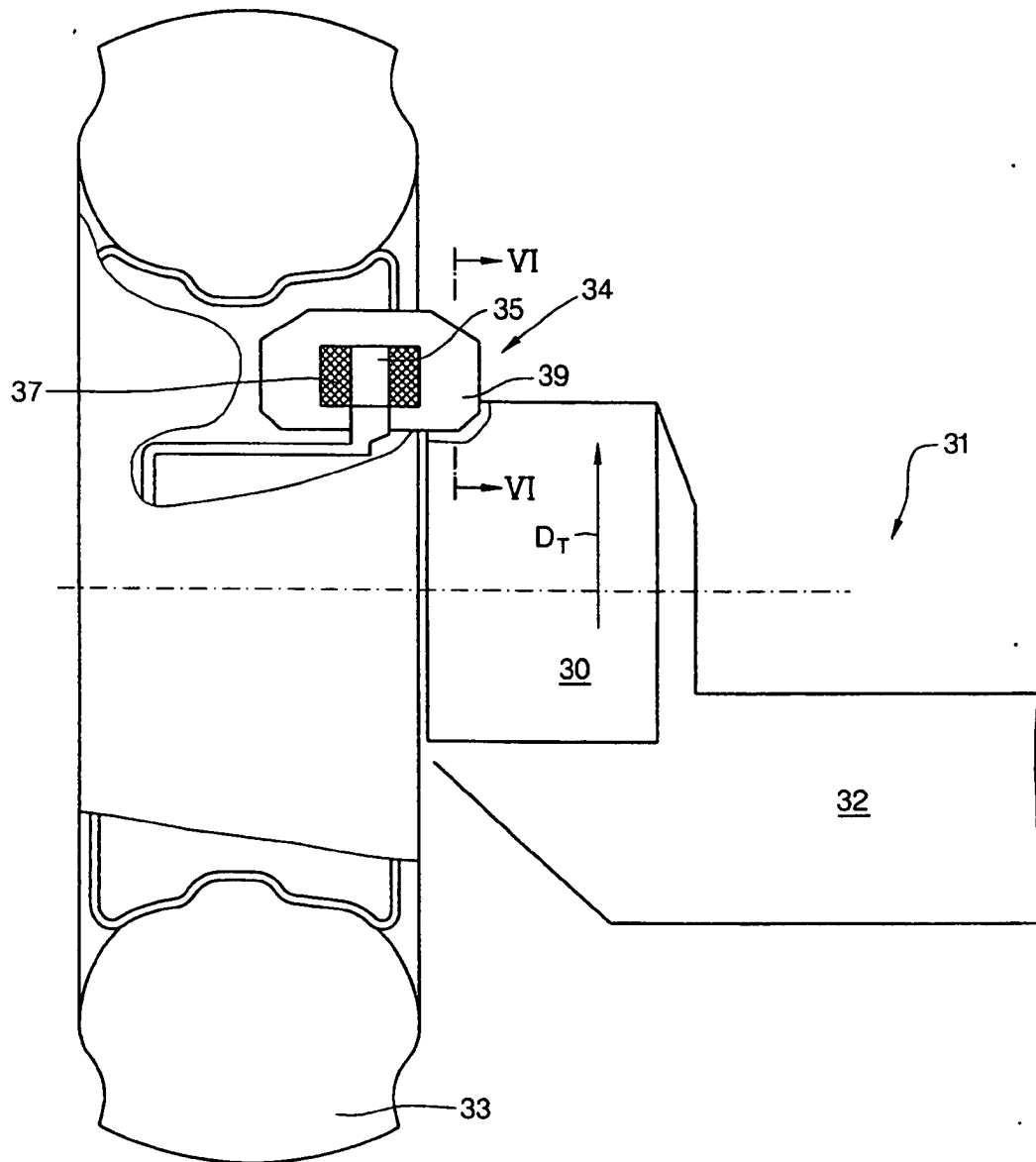
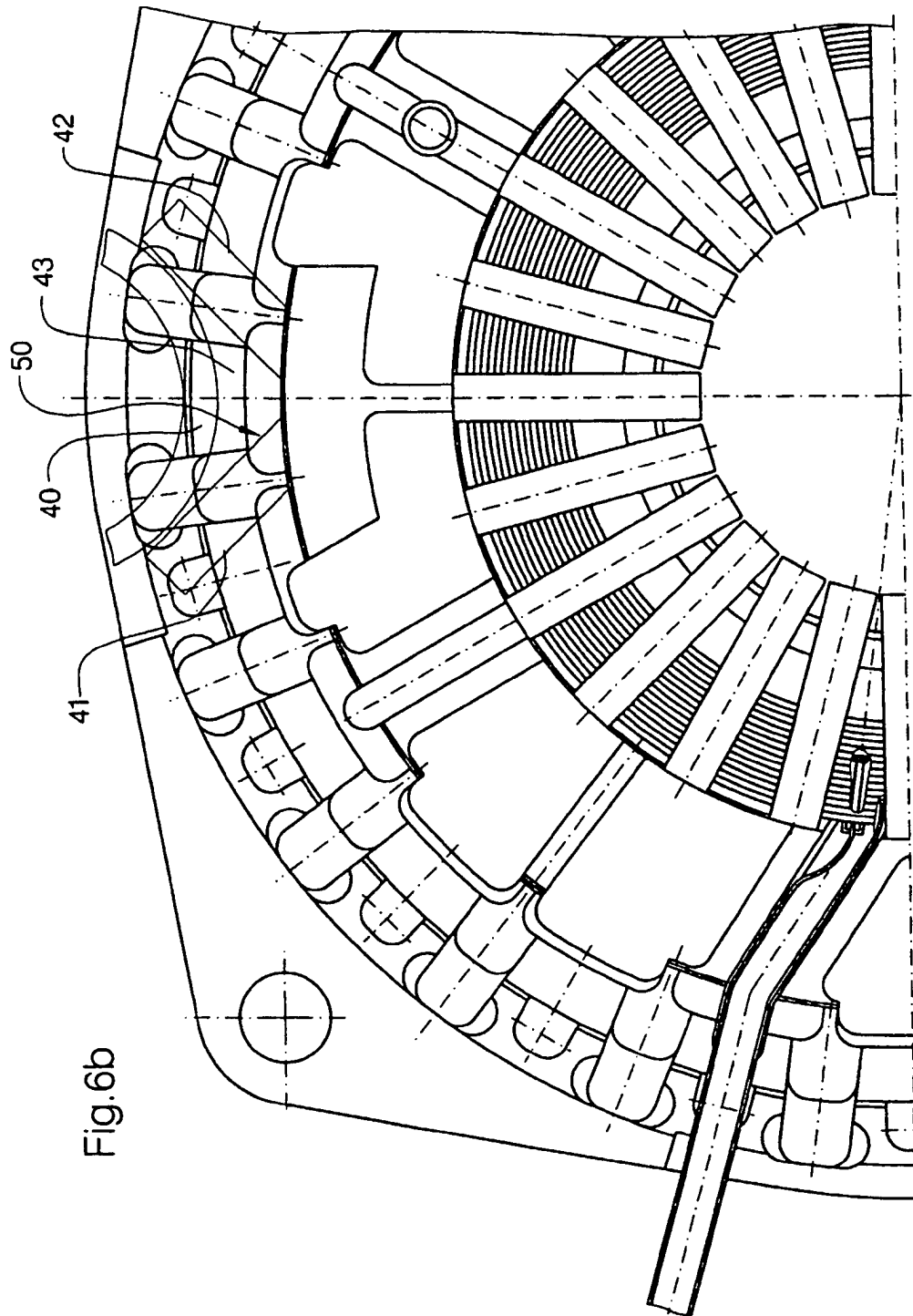


Fig.6a







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 12 2604

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.8)
D,X	DE 195 22 382 C (VOITH GMBH J M) 19.Dezember 1996	1-13	H02K21/12 H02K7/14
A	* Spalte 3, Zeile 65 - Spalte 6, Zeile 37; Abbildungen 1-5 *	14-21	
A	EP 0 413 337 A (MAGNET MOTOR GMBH) 20.Februar 1991	14-21	
	* Spalte 4, Zeile 38 - Spalte 5, Zeile 2; Abbildung 1 *		
A	US 3 892 300 A (HAPEMAN MARTIN JAY ET AL) 1.Juli 1975	14-21	
	* Spalte 2, Zeile 53 - Spalte 3, Zeile 52; Abbildung 1 *		
A	US 5 289 072 A (LANGE ANDREAS) 22.Februar 1994	1-13	
	* Spalte 2, Zeile 28 - Spalte 3, Zeile 37 *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.8)
			H02K B60K B60T
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 11.Mai 1998	Prüfer Tangocci, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03 R2 (P04C03)